Aus der Klinik und Poliklinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. H. Röckl

BESTIMMUNG DER GESAMTLIPIDE IN TALGDRÜSEN

Inaugural - Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Renate Lippross
aus Dresden

Würzburg 1970

Aus der Klinik und Poliklinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. H. Röckl

BESTIMMUNG DER GESAMTLIPIDE IN TALGDRÜSEN

Inaugural - Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Renate Lippross
aus Dresden

Würzburg 1970

Referent: Privatdozent Dr. med. F. Schröpl

Korreferent: Professor Dr. med. H. Röckl

Tag der Promotion:

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literaturübersicht	2
3. Eigene Untersuchungen	5
3.1. Material	5
3.2. Methodik	5
3.2.1. Isolierung der Talgdrüsen	5
3.2.2. Lipidextraktion	6
3.2.3. Fraktionierung der Lipide	6
3.2.4. Isolierung der freien Fettsäuren	6
3.2.5. Trennung von Squalen, Wachsestern und Triglyceriden mittels Dünnschichtchromatographie	7
3.2.6. Alkalische Hydrolyse	7
3.2.7. Herstellung der Fettsäuremethylester	7
3.2.8. Gaschromatographische Trennung	7
3.2.9. Fettsäuremethylester für Testzwecke	8
3.2.10. Nachweis von Cholesterin und Squalen	8
3.2.11. Differenzierung der Phospholipoide	9
4. Ergebnisse	9
4.1. Qualitative Analyse	9
4.1.1. Freie Fettsäuren	9
4.1.2. Triglyceride	10
4.1.3. Wachsester	10
4.1.4. Cholesterin und Squalen	10
4.1.5. Phospholipoide	11
4.2. Quantitative Auswertung	15
4.2.1. Freie Fettsäuren	15
4.2.2. Triglyceride	15
4.2.3. Wachsester	16
5. Diskussion	24
6. Zusammenfassung	27
7. Literaturverzeichnis	I-VI

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543527_0044

1. EINLEITUNG

Um die ungewöhnlich komplexe Beschaffenheit des Talgfettes und die noch ungeklärten Biosynthese-Leistungen menschlicher Talgdrüsen aufdecken zu können, wurde auf verschiedenste Weise (siehe Literaturübersicht) oberflächliches Hautfett gewonnen und analysiert.

Der äußere Fettfilm der Haut unterscheidet sich jedoch von reinem Talg durch Beimengungen von Schweiß und Epidermisbestandteilen (WHEATLEY, 1963), insbesondere Cholesterinestern der Hornlamellen (LINSER, 1904; UNNA u. GOLODETZ, 1909; BOUGHTON, MACKENNA, WHEATLEY and WORMALL, 1957). Außerdem zersetzen Bakterien und Pilze, sowie körpereigene Esterasen (MONTAGNA, 1955; BRAUN-FALCO u. THIANPRASIT, 1965; NASR, 1965) das an die Körperoberfläche abgesonderte Sekret.

Bisherige Untersuchungen des Hautoberflächenfettes geben daher keinen Aufschluß über einzelne Talgbestandteile; sie können nicht als exakte Talgfettanalysen gewertet werden. Aus diesem Grunde wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, durch das von KELLUM (1966) beschriebene epidermale-dermale Trennungsverfahren Talgdrüsen zu isolieren, um damit weitgehend reines Ausgangsmaterial zu gewinnen. Unter Anwendung verfeinerter chromatographischer Methoden gelang es, einzelne Fettsäuren zu identifizieren und quantitativ zu bestimmen.

2. LITERATURÜBERSICHT

Die Problematik, reines Talgfett zu gewinnen, äußert sich in der Vielfalt der bisher angewandten Methoden.

Das Oberflächenfett wurde aus verschiedensten Hautarealen der Körperoberfläche durch geeignete Papierkompressen adsorbiert (HERRMANN, 1962), aus getragener Wäsche gewonnen (BEY, 1963; WALTER, 1959), oder durch Anwendung von Fettlösungsmitteln aus der Haut extrahiert; WHEATLEY (1963) informiert über die speziellen Gewinnungstechniken einzelner Autoren.

Bevorzugte Entnahmestellen bildeten talgdrüsenreiche Hautbezirke, vor allem Stirn (PACHUR, 1931; KVORNING, 1949; CERNIKOVA u. HORACEK, 1960; RUST, HARTH and HERRMANN, 1968), Rücken (LINCKE, 1952; HODGSON-JONES, MACKENNA and WHEATLEY, 1953; NICOLAIDES and WELLS, 1957; BOUGHTON, MACKENNA, WHEATLEY and WORMALL, 1959; HAAHTI, 1961; KELLUM, 1967), Unterarme (MACKENNA, WHEATLEY and WORMALL, 1950; RICKETTS, SQUIRE and TOPLEY, 1951; JAMES and WHEATLEY, 1956; COON, WHEATLEY, HERRMANN and MANDOL, 1963) und Kopfhaut (ROTHMAN, 1954; NICOLAIDES, REISS and LANGDON, 1955; NICOLAIDES, KELLUM and WOOLLEY, 1964; NICOLAIDES and RAY, 1965; KELLUM, 1967). Haarschnitt- bzw. Haarfett-Extrakte (WEITKAMP, SMILJANIC and ROTHMAN, 1947; BLOOM, WOODS and NICOLAIDES, 1955; NICOLAIDES and FOSTER, 1956; NICOLAIDES and WELLS, 1957) schienen zur 'Talganalyse' ungeeignet; ihr hoher Gehalt an freien Fettsäuren (NICOLAIDES and ROTHMAN, 1953) wurde auf bakterielle Zersetzung und sekundäre Hydrolyse kosmetischer Verunreinigungen zurückgeführt (HAAHTI, 1961). Für die unterschiedlichen Ergebnisse der Hautfettanalysen machte man unter anderem den Einfluß von Seifen- und Lösungsmitteln verantwortlich, die zur Vorreinigung der untersuchten Hautbezirke angewandt wurden (HAAHTI, 1961; WHEATLEY, 1963).

Um epidermale Bestandteile von solchen des reinen Talgfettes unterscheiden zu können, verglichen UNNA und GOLODETZ (1909) Fettextrakte talgreicher

mit denen talgdrüsenfreier Hautbezirke (Handflächen, Fußsohlen). Auch die Vernix caseosa (WHEATLEY, 1954; HAAHTI, NIKKARI, SALMI and LAAKSONEN, 1961; HAAHTI, HORNING and CASTREN, 1962; NICOLAIDES and RAY, 1965), sowie leicht zugängliche Dermoidcysten, Comedonen (LINSER, 1904; UNNA u. GOLODETZ, 1909; SCHMIDT-NIELSON, SUSKIND and TAYLOR, 1951; WHEATLEY, 1954 u. 1957) und Cerumen (LINSER, 1904; WHEATLEY, 1954; HAAHTI, NIKKARI and KOSKINEN, 1960) wurden auf ihre einzelnen Bestandteile hin untersucht; es blieb jedoch ungeklärt, inwieweit diese Substanzen, die unter anderen physiologischen Bedingungen entstehen, gewöhnlichem Talgfett entsprechen.

REINERTSON und WHEATLEY (1959) suchten genauere Ergebnisse über spezifische Talgkomponenten zu erzielen, indem sie Analysen aus oberflächlichem Hautfett mit solchen aus Epidermisfett verglichen. Erst KELLUM (1966) fand eine Methode, morphologisch intakte Talgdrüsen aus der Epidermis zu isolieren; ein Jahr später (KELLUM, 1967 a) identifizierte er unter Anwendung von Dünnschichtchromatographie folgende Hauptbestandteile des Talgdrüsenfettes: Triglyceride, Squalene, Wachsester.

Über bisherige Aufarbeitungsmethoden der gewonnenen Fettextrakte informiert eine übersichtliche Tabelle, die kürzlich von WEIS (Dissertation) zusammengestellt wurde.

Seit JAMES und WHEATLEY (1956) erstmalig gaschromatographische Trennungsverfahren zur Analyse von "Talgfett" anwandten, waren differenziertere Aussagen über das Vorkommen und die prozentuale Verteilung einzelner Fettkomponenten möglich. Einige Angaben beschränkten sich nur auf die freien Fettsäuren (HAAHTI, NIKKARI and KOSKINEN, 1960; HAAHTI, HORNING and CASTREN, 1962; STÜTTGEN u. VOGELBERG, 1965; RUST, HARTH u. HERRMANN, 1968), andere auf die Gesamtmenge der Fettsäuren, die in freier und gebundener Form vorliegen (BOUGHTON and WHEATLEY, 1959 a; REINERTSON and WHEATLEY, 1959). Viele Autoren wiesen jedoch freie und gebundene Fettsäuren getrennt nach, um sie in ihrer qualitativen und quantitativen Verteilung miteinander vergleichen zu können (BOUGHTON,

MACKENNA, WHEATLEY and WORMALL, 1959; HAAHTI, 1961; BOUGHTON and WHEATLEY, 1959 b; BEY, 1963; NICOLAIDES and RAY, 1965). Vorwiegend wurden geradzahlige und ungeradzahlige, verzweigte und unverzweigte, gesättigte und ungesättigte Fettsäuren von C_{12}-C_{22} aufgeführt; es ließen sich aber auch solche mit kürzeren (HAAHTI, HORNING and CASTREN, 1962; BEY, 1963; KELLUM, 1967) und längeren (HAAHTI, NIKKARI and KOSKINEN, 1960; COON, WHEATLEY, HERRMANN and MANDOL, 1963; NICOLAIDES, KELLUM and WOOLLEY, 1964) Kohlenstoffketten nachweisen.

In den letzten Jahren wurden die gaschromatographischen Trennungsverfahren verfeinert (HAAHTI, 1961; HAAHTI, HORNING and CASTREN, 1962; GERSHBEIM and KROTOSZYNSKI, 1965) und teilweise mit Säulen- und Dünnschichtchromatographie kombiniert (NICOLAIDES, KELLUM and WOOLLEY, 1964; STÜTTGEN u. VOGELBERG, 1965). Dies führte zu differenzierteren Aussagen über einzelne Fettkomponenten und ermöglichte vor allem die - für die vorliegende Arbeit notwendige - Analyse kleinster Mengen.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material

Für die Analyse wurden Talgdrüsen von 40 männlichen und weiblichen Individuen im Alter von 20 - 86 Jahren verwendet. Innerhalb der ersten 24 Stunden nach Eintritt des Todes wurden aus der behaarten Kopfhaut ca. 10 cm^2 große Hautstreifen entnommen.

3.2 Methodik

3.2.1. Isolierung der Talgdrüsen

Die Haare der Probestückchen wurden bis auf eine Länge von etwa 1 mm abgeschnitten und das anhaftende Unterhautfett entfernt. Die auf diese Weise vorbereiteten Hautpräparate wurden in eine 2 n $CaCl_2$-Lösung gelegt und etwa 2 Stunden bei Zimmertemperatur darin belassen. Anschließend wurde mit einem scharfen Skalpell die obere Epidermisschicht als zusammenhängendes, dünnes Häutchen abgeschabt, auf einem sterilen Objektträger ausgebreitet und unter einem Mikroskop bei 10-facher Vergrößerung betrachtet. Deutlich stellten sich die Haarbälge mit den ihnen anhaftenden, aufgequollenen Talgdrüsen dar.

Mit Hilfe sorgfältig in Äthyläther gereinigter Kanülen wurden die rundlichen Drüsenkörper zur Haarspitze hin abgestreift und in ein Reagenzglas mit 0,9 %iger NaCl-Lösung gegeben. Die schnelle Austrocknung der hauchdünnen Präparate ließ sich durch wiederholt kurzfristiges Eintauchen in $CaCl_2$-Lösung vermeiden.

Je Hautpräparat ergaben sich 100-300 Talgdrüsen, wobei deren Größe bei verschiedenen Individuen deutlich variierte. Einige Präparate lieferten nicht genügend Material und mußten daher verworfen werden. Nach der oben beschriebenen Weise wurden 10.000 Talgdrüsen isoliert und in verschlossenen Reagenzgläsern bei $-4^{\circ}C$ bis zu ihrer weiteren Verarbeitung aufbewahrt.

3.2.2. Lipidextraktion

Je 1000 Talgdrüsen wurden vereinigt, die physiologische NaCl-Lösung am Rot.-Verdampfer entfernt, zweimal je 48 Std. mit $CHCl_3/CH_3OH$ (2:1) extrahiert und im Wasserbad (40°C) mittels N_2-Strom auf ein Volumen von 1 ml gebracht.

3.2.3. Fraktionierung der Lipide

10 g Kieselsäure (p.a.) wurden viermal mit trockenem Aceton und zweimal mit abs. Methanol gewaschen, auf einem Filter gesammelt und 12 Std. bei 110°C getrocknet. 1 g der gewaschenen Kieselsäure wurde portionsweise in ein Chromatographierrohr eingefüllt, das nach Angaben von LIS, TINOCO und OKEY (1961) angefertigt wurde. Die gepackte Kolonne wurde nacheinander mit je 2 ml abs. Methanol, redest. trockenem Aceton, redest. trockenem Äthyläther und 10 ml redest. trockenem Petroläther gewaschen. Nach Aufgabe der Lipidextraktlösung wurde nacheinander mit verschiedenen Lösungsmitteln eluiert, wobei folgende vier Fraktionen erhalten wurden:

Fraktion I: 10 ml 1 % Äthyläther (ÄÄ) in Petroläther (PÄ); Squalen, Wachsester, Triglyceride.

Fraktion II: 30 ml 4 % ÄÄ in PÄ, Squalen, Wachsester, Triglyceride, freie Fettsäuren (FS).

Fraktion III: 15 ml 50 % ÄÄ in PÄ; freie FS, freies Cholesterin.

Fraktion IV: 15 ml abs. Methanol; Phospholipoide

3.2.4. Isolierung der freien Fettsäuren

Fraktion II und III wurden getrennt zur Trockene gebracht, mit 5 ml Hexan aufgenommen, die freien FS mit jeweils 10 ml 0,1 n NaOH in 50 % Äthanol - Wasser - Gemisch dreimal je 5 min extrahiert, anschließend vereinigt, zur Trockene gebracht und in Methylester überführt.

3.2.5. Trennung von Squalen, Wachsestern und Triglyceriden mittels Dünnschichtchromatographie (DC)

Fraktion I und II wurden an Kieselgelplatten (20 x 20 cm; 1 mm Schichtdicke) mit dem Laufmittel Petroläther:Diäthyläther:Eisessig = 87,5 : 12,5 : 1 nach FORMANEK (1966) aufgetrennt, die einzelnen Banden abgeschabt und mit je 100 ml $CHCl_3$ 2 Std. extrahiert.

3.2.6. Alkalische Hydrolyse

Triglyceride und Wachsester wurden zur Trockene eingeengt, je 10 ml abs. Äthanol und 4 n KOH zugegeben, das Gemisch geschüttelt, dicht verschlossen und 4 Std. bei 70°C erwärmt. Nach Abkühlen in Eiswasser wurde die alkalische C_2H_5OH -H_2O- Phase tropfenweise mit conc. HCl auf p_H1 eingestellt, dreimal mit je 20 ml Hexan extrahiert, die organischen Phasen vereinigt, über Na_2SO_4 sicc. getrocknet, zur Trockene eingeengt, gewogen und verestert.

3.2.7. Herstellung der Fettsäuremethylester

Die isolierten Fettsäuren wurden in ein Reagenzrohr (20x150 mm) gegeben, 3 ml BF_3/CH_3OH - Reagenz zugefügt, das Gemisch 2 min auf dem Wasserbad erhitzt und die Ester nach folgendem Verfahren gewonnen: Das erhitzte Gemisch wurde in einen 125 ml Scheidetrichter mit 30 ml Petroläther übergeführt, 20 ml aqua dest. zugegeben, kräftig geschüttelt, Phasentrennung abgewartet, die wässrige Methanolschicht abgetrennt und verworfen, die Petrolätherschicht durch ein Faltenfilter filtriert, das Solvens unter vermindertem Druck (12 Torr) entfernt, der Rückstand in 0,05 - 0,1 ml Hexan gelöst und in dieser Form in den Gaschromatographen injiziert.

3.2.8. Gaschromatographische Trennung

Die experimentellen Bedingungen für die gaschromatographische Analyse waren folgende:

Gerätetyp:	Modell 5750 der Firma HEWLETT - Packard
Schreiber:	10 Zoll Recorder der Firma Beckman
Trennsäule:	6 Fuß, 1/4 Zoll i.D. (für Fettsäuremethylester)
	4 Fuß, 1/4 Zoll i.D. (für Cholesterin und Squalen)
Träger:	Diatoport S, 80 - 100 mesh
Flüssige Phase:	6 % DEGS (für Fettsäuremethylester)
	3,8 % SE 30 (für Cholesterin und Squalen)
Detektor:	Doppel - FID
Gase:	He (Trägergas): 52 ml/min, 6 kp/cm^2
	40 ml/min, 6 kp/cm^2 (Cholesterin, Squalen)
	H_2: 0,6 kp/cm^2
	Luft: 2,4 kp/cm^2
Temperaturen:	160 - 190°C, programmiert (6°C/min)
	250°C, isotherm (Cholesterin, Squalen)
Einspritzung:	5 oder 10 µl
Empfindlichkeit:	8 x 10^2, 8 x 10^3 oder 8 x 10^4
Auswertung:	Handauswertung
Methode:	Höhe x Halbwertsbreite

3.2.9. Fettsäuremethylester für Testzwecke

Für die Aufstellung von Eichchromatogrammen wurden folgende, käuflich erworbene (Fa. Fluka) Fettsäuremethylester verwendet:
C_{12}, iso C_{14}, C_{14}, anteiso C_{15}, C_{16}, iso C_{18}, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:2}$, $C_{18:3}$, C_{20} und C_{22}.

3.2.10. Nachweis von Cholesterin und Squalen

Freies Cholesterin aus Fraktion III und Squalen aus Fraktion I und II wurden ohne weitere Vorbehandlung direkt dünnschichtchromatographisch untersucht. Folgendes Fließmittel wurde verwendet: Petroläther:Diäthyläther:Eisessig = 87,5 : 12,5 : 1 .

3.2.11. Differenzierung der Phospholipoide

Der Nachweis wurde mittels DC unter gleichzeitiger Verwendung von Testgemischen geführt.

Als Laufmittel wurde folgendes Mehrkomponentengemisch benutzt:

$CHCl_3 : CH_3OH : CH_3COOH : H_2O = 25 : 15 : 4 : 2$.

4. ERGEBNISSE

4.1. Qualitative Analyse

Als Bestandteile der Talgdrüsen wurden nach unseren Untersuchungen folgende Komponenten nachgewiesen: Freie Fettsäuren, Triglyceride, Wachsester, Cholesterin, Squalen und Phosphatide. Die qualitative Auswertung der Gaschromatogramme erfolgte nach einem subjektiven Maßstab. Die in den Tabellen verwandten Symbole haben folgende Bedeutung:

xxx	starkes Vorkommen
xx	geringes Vorkommen
x	Vorkommen in Spuren
-	Fehlen einer Komponente

4.1.1. Freie Fettsäuren

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Komponenten in den neun untersuchten Proben (Probe 2 - 10). Man erkennt, daß alle geradzahligen Fettsäuren von C_{12} - C_{20}, mit Ausnahme von Behensäure (C_{22}), vorkommen. Daneben konnten noch ungeradzahlige (C_{13}, C_{15})-, Iso (iso C_{14}, iso C_{18})-, Anteiso (anteiso C_{15})- und ungesättigte ($C_{16:1}$, $C_{18:1}$, $C_{18:2}$, $C_{18:3}$) Fettsäuren nachgewiesen werden.

Die Fettsäuren C_{12}, C_{13}, C_{14}, anteiso C_{15}, C_{15}, C_{16}, iso C_{18}, $C_{18:1}$ und C_{20} kommen in allen Proben, wenn auch unterschiedlich, vor, während iso C_{14} viermal, $C_{16:1}$ einmal, $C_{18:2}$ dreimal und $C_{18:3}$ fünfmal fehlten.

Innerhalb der einzelnen Proben liegen die Maxima hinsichtlich der Peakausbildung bei C_{16}, $C_{16:1}$, $C_{18:0}$ und $C_{18:1}$.

4.1.2. Triglyceride

Die Verteilung der als Triglyceride gebundenen Fettsäuren ist in Tabelle 2 aufgeführt. Probe 9 konnte aus technischen Gründen nicht ausgewertet werden. Im Gegensatz zu den freien Fettsäuren fällt auf, daß die langkettigen Verbindungen (C_{20}, C_{22}) fehlen. Auch Linolensäure ($C_{18:3}$) ist nur einmal schwach vorhanden. Von den ungeradzahligen Fettsäuren ist C_{13} nicht mehr nachweisbar. Das stärkste Vorkommen zeigen C_{14}, C_{16}, $C_{16:1}$ und $C_{18:1}$.

4.1.3. Wachsester

Durch Dünnschichtchromatographie konnte mit Hilfe entsprechender Testsubstanzen der Beweis erbracht werden, daß es sich um Wachsester und nicht um Cholesterinester handelt.
Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, kommen die homologen Glieder von C_{12} bis C_{15} nur schwach oder in Spuren vor. Weiterhin fehlen die ungeradzahligen Fettsäuren (C_{13}, C_{15}). Besonders deutlich sind neben C_{16}, $C_{16:1}$, $C_{18:0}$, $C_{18:1}$ und $C_{18:3}$ die langkettigen geradzahligen Komponenten (C_{20}, C_{22}) vertreten.

4.1.4. Cholesterin und Squalen

Beide Komponenten konnten in allen untersuchten Proben nachgewiesen werden. Die Identifizierung erfolgte dünnschichtchromatographisch mit Hilfe entsprechender Testsubstanzen. Die R_f -, bzw. hR_f - Werte sind in nachstehender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 4: h R_f - Werte von Cholesterin und Squalen
Fließmittel : Petroläther (50-70°C) : Diäthyläther : Eisessig = 87,5 : 12,5 : 1;
Plattengröße 20 x 20 cm; Schichtdicke 0,25 mm.

	R_f	h R_f
Cholesterin	0,14	14
Squalen	0,98	98

4.1.5. Phospholipoide

Diese Substanzklasse wurde ebenfalls nur qualitativ mittels Dünnschichtchromatographie nachgewiesen. Es stellte sich heraus, daß in allen Proben Kephaline, und in Probe 2 und 10 zusätzlich noch Lecithin vorhanden war.

Tabelle 1: Qualitative Analyse der Häufigkeitsverteilung freier Fettsäuren in Talgdrüsen

C-Zahl \ Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C_{12}	++	++	++	++	++	++	++	++	++
C_{13}	++	++	++	++	++	++	++	++	+
iso C_{14}	+	-	+	-	-	+	-	+	+
C_{14}	++	++	++	++	++	++	++	++	++
anteiso C_{15}	+	+	++	+	++	+	++	+	++
C_{15}	++	++	++	++	++	++	++	++	++
C_{16}	++	++	+++	++	++	++	+++	++	+++
$C_{16:1}$	+++	-	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
iso C_{18}	++	++	++	++	+	++	++	++	++
$C_{18:0}$	++	++	++	++	++	++	+++	++	+++
$C_{18:1}$	++	+	+++	+	++	++	+++	++	+++
$C_{18:2}$	+	+	-	-	-	+	+++	+	++
C_{20}	+	+	+	+	+	+	+	+	+
$C_{18:3}$	-	-	+	-	+	-	+	-	+
C_{22}	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 2: Qualitative Analyse der Häufigkeitsverteilung der in Triglyceriden gebundenen Fettsäuren

C-Zahl \ Probe	1	2	3	4	5	6	7	8
C_{12}	+	++	++	++	+	+	+	+
C_{13}	-	-	-	-	-	-	-	-
iso C_{14}	+	++	++	++	+	+	+	+
C_{14}	+++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++
anteiso C_{15}	+	+	+	++	+	++	+	++
C_{15}	++	++	++	++	++	++	++	++
C_{16}	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
$C_{16:1}$	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
iso C_{18}	+	++	++	++	++	++	++	++
$C_{18:0}$	++	++	++	++	++	++	++	++
$C_{18:1}$	+++	++	++	+++	++	++	++	+++
$C_{18:2}$	+	+	+	+	-	+	+	++
C_{20}	-	-	-	-	-	-	-	-
$C_{18:3}$	-	-	-	-	-	-	-	++
C_{22}	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 3: Qualitative Analyse der Häufigkeitsverteilung der in Wachsestern gebundenen Fettsäuren

C-Zahl \ Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C_{12}	++	++	++	++	++	++	++	++	++
C_{13}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
iso C_{14}	++	++	++	++	++	++	++	++	++
C_{14}	++	++	++	++	++	++	++	++	++
anteiso C_{15}	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C_{15}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C_{16}	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
$C_{16:1}$	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
iso C_{18}	++	++	++	++	++	++	++	++	++
$C_{18:0}$	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	++
$C_{18:1}$	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++
$C_{18:2}$	-	-	+	+	-	-	-	-	+
C_{20}	++	+	++	+++	++	+++	++	++	++
$C_{18:3}$	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
C_{22}	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++

4.2. Quantitative Auswertung

Die quantitativen Angaben können im allgemeinen durch die quantitativen Resultate bestätigt werden. Die Zahl der auswertbaren Komponenten ist - im Gegensatz zur qualitativen Analyse - geringer, da die zu erwartende Fehlerbreite bei den mit "schwach" und "in Spuren vorkommend" bezeichneten Fettsäuren zu groß gewesen wäre. Aus diesem Grunde wurde von einer Auswertung dieser Peaks abgesehen.

4.2.1. Freie Fettsäuren

Wie aus Tabelle 5 zu ersehen ist, liegen die Mengenangaben für die Einzelkomponenten im Bereich von 0, 21 - 3, 99 µg pro 1000 Talgdrüsen. Eine Ausnahme bildet C_{16} von Probe 8, die mit 9, 11 µg den Maximalwert darstellt.

Der Gesamtanteil der freien Fettsäuren pro Einzelprobe schwankt zwischen 2, 3 µg als niedrigster und 19, 9 µg als höchster Wert. Bei allen Proben sind am stärksten vertreten C_{14}, C_{16}, iso C_{18} und $C_{18:0}$. Dies kommt auch bei Betrachtung der prozentualen Anteile der Einzelkomponenten am Gesamtfettsäuregemisch einer Probe (Tabelle 6) deutlich zum Ausdruck.

4.2.2. Triglyceride

Die mengenmäßige Verteilung der in Triglyceriden gebundenen Fettsäuren ist in Tabelle 7 aufgeführt.

Im Vergleich zu den freien Fettsäuren ist die Gesamtmenge der gebundenen Fettsäuren pro Einzelprobe unter Zugrundelegung der Mittelwerte um den Faktor 20 höher. Die quantitativen Angaben liegen bei 28, 9 µg als Minimal - und 656, 1 µg als Maximalwert. Man erkennt weiterhin, daß C_{16} sich mengenmäßig und prozentual (Tabelle 8) als die am stärksten vertretene Fettsäure erweist.

4.2.3. Wachsester

Die quantitativen Angaben über die in Wachsen esterartig gebundenen Fettsäuren sind aus Tabelle 9 zu ersehen. Die Mengenangaben pro Einzelkomponente schwanken zwischen 0,5 und 16,3 µg/1000 Talgdrüsen. Bei Berücksichtigung der Mittelwerte liegen die Werte gegenüber den freien Fettsäuren um den Faktor 6 höher und im Vergleich zu den Triglyceriden um den Faktor 3 niedriger.

Auffallend ist die quantitative Verschiebung zu Fettsäuren mit längeren Kohlenstoffketten. So bilden C_{20} und C_{22} im Mittel etwa 20 % der aufgeführten Komponenten. Charakteristisch ist auch das gehäufte Auftreten der Linolensäure ($C_{18:3}$) mit Mengen von 4 - 10 µg je Probe.

Obwohl die C_{16} - Komponente prozentual gesehen (Tabelle 10) neben $C_{18:1}$, $C_{18:3}$, C_{20} und C_{22} am stärksten vertreten ist, so ist ihr Anteil im Vergleich zu den Triglyceriden doch geringer.

Tabelle 5: Quantitative Angaben über den Gehalt freier Fettsäuren in Talgdrüsen (µg/1000 Talgdrüsen)

C-Zahl \ Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M Mittelwerte
C_{12}	0, 35	0, 24	0, 28	0, 28	0, 35	0, 28	0, 21	0, 28	0, 24	0, 3
iso C_{14}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C_{14}	0, 60	0, 36	1, 25	0, 30	0, 40	1, 25	1, 58	0, 23	0, 67	0, 74
anteiso C_{15}	-	-	0, 64	-	0, 32	-	0, 32	-	0, 54	0, 3
C_{16}	0, 78	0, 44	3, 99	0, 46	0, 80	0, 49	9, 11	0, 64	2, 23	2, 1
iso C_{18}	0, 5	1, 0	0, 8	0, 8	-	1, 07	0, 8	0, 8	0, 7	0, 7
$C_{18:0}$	0, 5	0, 26	1, 07	0, 42	0, 37	0, 52	1, 72	0, 5	0, 46	0, 6
$C_{18:1}$	0, 14	-	2, 22	-	1, 05	0, 11	2, 67	0, 27	2, 63	1, 3
$C_{18:2}$	-	-	-	-	-	-	3, 5	-	1, 0	2, 3
C_{20}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$C_{18:3}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C_{22}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamtmenge	2, 87	2, 30	10, 25	2, 29	3, 29	3, 72	19, 91	2, 72	8, 47	

Tabelle 6: Prozentuale Anteile freier Fettsäuren am Gesamtfettsäuregemisch in Talgdrüsen

C-Zahl \ Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C_{12}	12,2	10,4	2,7	12,2	10,6	7,5	1,1	10,3	2,8
iso C_{14}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C_{14}	20,9	15,7	12,2	13,1	12,2	33,6	7,9	8,5	7,9
anteiso C_{15}	-	-	6,3	-	9,7	-	1,6	-	6,4
C_{16}	27,2	19,1	38,9	20,1	24,3	13,2	45,7	23,5	26,3
iso C_{18}	17,4	43,5	7,8	36,2	-	28,8	4,0	29,4	8,3
$C_{18:0}$	17,4	11,3	10,4	18,3	11,2	14,0	8,7	18,4	5,4
$C_{18:1}$	4,9	-	21,7	-	31,9	3,0	13,4	9,9	31,1
$C_{18:2}$	-	-	-	-	-	-	17,6	-	11,8
C_{20}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$C_{18:3}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C_{22}	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7: Quantitative Angaben über die in Triglyceriden gebundenen Fettsäuren (µg/1000 Talgdrüsen)

C-Zahl \ Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	M Mittelwerte
C_{12}	-	2, 2	2, 1	1, 2	-	-	-	-	1, 8
iso C_{14}	-	3, 6	4, 3	3, 4	-	-	-	-	3, 8
C_{14}	22, 9	3, 9	3, 1	14, 7	12, 6	17, 5	10, 1	32, 2	14, 6
anteiso C_{15}	-	-	-	3, 3	-	1, 1	-	16, 9	7, 1
C_{16}	103, 6	10, 9	14, 6	41, 9	46, 3	47, 9	42, 5	165, 0	59, 1
iso C_{18}	-	3, 0	4, 2	4, 2	7, 6	9, 1	6, 8	13, 6	6, 9
$C_{18:0}$	13, 3	2, 7	4, 3	4, 4	6, 2	4, 5	9, 8	172, 1	27, 2
$C_{18:1}$	100, 0	2, 6	6, 2	12, 6	12, 2	13, 2	6, 2	196, 3	43, 7
$C_{18:2}$	-	-	-	-	-	-	-	60, 0	
C_{20}	-	-	-	-	-	-	-	-	
$C_{18:3}$	-	-	-	-	-	-	-	-	
C_{22}	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gesamtmenge	239, 8	28, 9	38, 8	85, 7	84, 9	93, 2	75, 4	656, 1	

Tabelle 8: Prozentualer Anteil der in Triglyceriden gebundenen Fettsäuren am Gesamtfettsäuregemisch in Talgdrüsen

C-Zahl \ Probe	1	2	3	4	5	6	7	8
C_{12}	-	7,6	5,4	1,4	-	-	-	-
iso C_{14}	-	12,5	11,1	4,0	-	-	-	-
C_{14}	9,5	13,5	8,0	17,2	14,8	18,8	13,4	4,9
anteiso C_{15}	-	-	-	3,9	-	1,2	-	2,6
C_{16}	43,2	37,7	37,6	48,9	54,5	51,4	56,4	25,1
iso C_{18}	-	10,4	10,8	4,9	9,0	9,8	9,0	2,1
$C_{18:0}$	5,5	9,3	11,1	5,1	7,3	4,8	13,0	26,2
$C_{18:1}$	41,7	9,0	16,0	14,7	14,4	14,1	8,2	29,9
$C_{18:2}$	-	-	-	-	-	-	-	9,1
C_{20}	-	-	-	-	-	-	-	-
$C_{18:3}$	-	-	-	-	-	-	-	-
C_{22}	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 9: Quantitative Angaben über die in Wachsestern gebundenen Fettsäuren (µg/1000 Talgdrüsen)

C-Zahl \ Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M Mittelwerte
C_{12}	0,9	0,5	2,0	2,8	1,1	1,8	0,9	0,5	-	1,3
iso C_{14}	2,4	1,8	6,0	9,3	2,1	4,8	1,8	1,5	-	3,7
C_{14}	3,2	0,8	0,3	1,1	1,1	0,4	1,1	0,3	0,6	1,0
anteiso C_{15}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C_{16}	5,8	3,8	11,8	16,3	4,8	13,5	4,2	3,1	13,3	8,5
iso C_{18}	1,5	1,2	7,4	5,3	0,9	3,1	1,5	2,7	2,4	2,9
$C_{18:0}$	2,3	2,2	4,3	6,5	1,4	5,2	3,1	2,6	5,6	3,7
$C_{18:1}$	2,6	1,6	5,1	7,6	2,4	11,3	3,4	2,8	3,9	4,5
$C_{18:2}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C_{20}	2,9	-	3,0	5,5	1,4	10,1	1,7	2,8	2,1	3,7
$C_{18:3}$	4,0	-	8,0	10,7	5,0	8,0	5,0	6,7	5,0	6,6
C_{22}	3,8	-	3,9	6,6	3,1	13,3	2,5	3,7	2,7	5,0
Gesamtmenge	29,4	11,9	51,8	71,7	23,3	71,5	25,2	26,7	35,6	

Tabelle 10: Prozentualer Anteil der in Wachsestern gebundenen Fettsäuren am Gesamtfettsäuregemisch in Talgdrüsen

C-Zahl \ Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C_{12}	3,1	4,2	3,9	3,9	4,7	2,5	3,6	1,7	-
iso C_{14}	8,2	15,2	11,6	13,0	9,0	6,7	7,1	5,6	-
C_{14}	10,9	6,5	0,5	1,5	4,7	0,5	4,4	0,9	1,8
anteiso C_{15}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C_{16}	19,7	32,0	22,8	22,7	20,6	18,9	16,7	11,7	37,3
iso C_{18}	5,1	10,1	14,3	7,4	3,8	4,3	6,0	10,2	6,7
$C_{18:0}$	7,8	18,5	8,3	9,1	6,0	7,3	12,3	9,8	15,7
$C_{18:1}$	8,8	13,5	9,9	10,6	10,3	15,8	13,5	10,5	10,9
$C_{18:2}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C_{20}	9,9	-	5,8	7,7	6,0	14,1	6,7	10,5	5,9
$C_{18:3}$	13,6	-	15,5	14,9	21,5	14,2	19,8	25,2	14,0
C_{22}	12,9	-	7,5	9,2	13,3	18,6	9,9	13,9	7,6

Tabelle 11: Schwankungsbreite und Mittelwerte der freien und gebundenen Fettsäuren in µg/1000 Talgdrüsen

C-Zahl	FREIE FETTSÄUREN		GEBUNDENE FETTSÄUREN in: TRIGLYCERIDEN		WACHSESTERN	
	Schwankungsbreite	Mittelwerte	Schwankungsbreite	Mittelwerte	Schwankungsbreite	Mittelwerte
C_{12}	0,21 - 0,35	0,3	1,2 - 2,2	1,8	0,5 - 2,8	1,3
iso C_{14}	-	-	3,4 - 4,3	3,8	1,5 - 9,3	3,7
C_{14}	0,23 - 1,58	0,7	3,1 - 32,2	14,6	0,3 - 3,2	1,0
anteiso C_{15}	0,32 - 0,64	0,5	1,1 - 16,9	7,1	-	-
C_{16}	0,44 - 9,11	2,1	10,9 - 165,0	59,1	3,1 - 16,3	8,5
iso C_{18}	0,50 - 1,07	0,7	3,0 - 13,6	6,9	0,9 - 7,4	2,9
$C_{18:0}$	0,26 - 1,72	0,6	2,7 - 172,1	27,2	1,4 - 6,5	3,7
$C_{18:1}$	0,11 - 2,67	1,3	2,6 - 196,3	43,7	1,6 - 7,6	4,5
$C_{18:2}$	1,0 - 3,50	2,3	-	-	-	-
C_{20}	-	-	-	-	1,4 - 10,1	3,7
$C_{18:3}$	-	-	-	-	4,0 - 10,7	6,6
C_{22}	-	-	-	-	2,5 - 13,3	5,0

5. DISKUSSION

In der vorliegenden Talgfettanalyse wurden folgende Bestandteile qualitativ erfaßt: Freie Fettsäuren, Triglyceride, Phosphatide, Wachsester, Squalen und freies Cholesterin. KELLUM (1967 a) bezieht sich in seiner qualitativen Analyse im Gegensatz zu allen anderen Autoren auf reines Talgdrüsenmaterial. Auch er konnte Triglyceride, Wachsester und Squalen nachweisen, fand jedoch ebenfalls keine Anhaltspunkte für das Vorhandensein von Sterinestern, Mono- und Diglyceriden, die in bisherigen Untersuchungen der Hautoberflächenfette als "Talg"-Bestandteile aufgeführt wurden.

KELLUM konnte keine freien Fettsäuren nachweisen, deutete jedoch darauf hin, daß möglicherweise kleine Mengen freier Fettsäuren bei der von ihm angewandten Dünnschichtchromatographie nicht erfaßt wurden. NASR (1965) stellte bei seinen histochemischen Untersuchungen fest, daß frischer Talg im Gegensatz zu altem Talgfett nur Spuren, oder gar keine freien Fettsäuren enthält. Aus unseren Ergebnissen wird ersichtlich, daß ein relativ kleiner Prozentsatz an freien Fettsäuren in den Talgdrüsen vorliegt.

Die Mengen der freien gegenüber den gebundenen Fettsäuren sind jedoch erheblich kleiner als in Analysen von Hautfettextrakten angegeben wurde. Bei Fettextrakten der Hautoberfläche belief sich der Gesamtanteil der freien Fettsäuren innerhalb der untersuchten Lipidsubstanzen durchschnittlich auf 20 - 40 % (NICOLAIDES und FOSTER, 1956; HAAHTI, 1961) und darüber hinaus bis auf 63 % (NICOLAIDES und ROTHMAN, 1953). Hierdurch wird erneut bestätigt, daß frühere Angaben des Hautoberflächenfettes keine exakten Aussagen über reines Talgfett zulassen.

Ein Vergleich über das Vorkommen und die Verteilung einzelner Fettsäuren mit den Ergebnissen anderer Autoren ist dadurch erschwert, daß die prozentualen Angaben durch Einbeziehung unterschiedlicher Komponenten stark variieren. Schon aus den eigenen Untersuchungen ist zu schließen, daß die prozentualen Anteile einzelner Fettsäuren innerhalb einer Probe niedriger liegen würden, wenn wir die in der qualitativen Auswertung stark vertretene

Palmitoleinsäure ($C_{16:1}$) mit in die quantitative Auswertung einbezogen hätten.

Unsere Ergebnisse stimmen jedoch mit denen anderer Autoren darin überein, daß die untersuchten Fettsäuren - freie und gebundene - einen beträchtlichen Anteil von Komponenten mit 12 und 14 C-Atomen aufweisen, die Maxima aber bei C_{16} und C_{18} liegen.

Auch der große Prozentsatz von ungesättigten Komponenten entspricht den Angaben der Analysen von Hautoberflächenfett. ROTHMAN (1954), STÜTTGEN und VOGELBERG (1965), RUST, HARTH und HERRMANN (1968) wiesen nachdrücklich auf die ungesättigten C_{16}- und C_{18}-Fettsäuren hin, die in freier Form vorliegen; HODGSON-JONES, MACKENNA und WHEATLEY (1953), HORACEK und KOBRLE (1955), HAAHTI (1961), NICOLAIDES und RAY (1965) und andere fanden auch bei den Triglyceriden einen hohen Prozentsatz an ungesättigten Fettsäuren.

Über die Verteilung einzelner Fettkomponenten in den Wachsestern geben nur wenige Autoren Auskunft. NICOLAIDES und FOSTER (1956) verglichen die Molekulargewichte und Jodzahlen der Fettsäuren von Wachsestern mit denen von freien und in Triglyceriden gebundenen Fettsäuren. Aus der hohen Jodzahl der Wachsester - Fettsäuren schlossen sie, daß der Anteil an ungesättigten Komponenten in der Gruppe der Wachsester etwa um das Zweifache höher liegt als bei den freien Fettsäuren und Triglyceriden. Erst HAAHTI (1961) gelang es, einzelne Komponenten der Wachs- und Sterinester zu trennen; seine Ergebnisse entsprechen im wesentlichen den unsrigen. BEY (1965) weist in den Fettextrakten aus getragener Wäsche ebenfalls Triglyceride und Wachsester getrennt nach. Auch aus seinen Vergleichstabellen geht eindeutig hervor, daß der prozentuale Anteil der Palmitinsäure (C_{16}) in der Gruppe der Wachsester niedriger liegt als bei den freien Fettsäuren und Triglyceriden, dagegen die Palmitoleinsäure ($C_{16:1}$) besonders stark vertreten ist.
Wir haben keine quantitativen Aussagen über das Vorkommen der Palmitoleinsäure machen können; aus der qualitativen Häufigkeitsverteilung der Wachs-

ester wird jedoch deutlich, daß auch bei unseren gaschromatographischen Untersuchungen deutliche Peaks bei $C_{16:1}$ vorlagen. Im Gegensatz zu unseren Ergebnissen sind bei BEY Fettsäuren der Kettenlänge C_{20} und C_{22} in der Gruppe der Wachsester nicht nachweisbar.

Quantitative Schwankungen in den Ergebnissen unserer neun Vergleichsproben lassen sich auf die erheblichen Größenunterschiede der Talgdrüsen zurückführen. Bei den einzelnen Hautpräparaten war das reziproke Verhältnis von Haarstärke und Talgdrüsengröße auffallend; eine eindeutige Korrelation von Talgdrüsengröße, Alter und Geschlecht konnte nicht festgestellt werden (PACHUR, 1931; KIRK, 1948; BRAUN-FALCO und THIANPRASIT, 1965). Hinsichtlich der unterschiedlichen quantitativen und qualitativen Verteilung einzelner Fettkomponenten wäre es jedoch aufschlußreich, das Ausgangsmaterial nach verschiedenen Altersgruppen zu differenzieren, bzw. Talgdrüsenextrakte verschiedener Individuen - auch weiblicher und männlicher - miteinander zu vergleichen (SCHMIDT-NIELSON, SUSKIND und TAYLOR, 1951; NICOLAIDES und ROTHMAN, 1953; NICOLAIDES und FOSTER, 1956; HAAHTI, 1961). Dabei ist zu berücksichtigen, daß selbst bei einzelnen Individuen Lipidextrakte von verschiedenen Bezirken der Körperoberfläche eine unterschiedliche qualitative und quantitative Zusammensetzung aufweisen (RUST, HARTH und HERRMANN, 1968).

Vor allem sind Analysen reiner Talgdrüsenfette von Hautkranken angezeigt, um mögliche Abweichungen der Talgzusammensetzung bei verschiedenen dermatologischen Krankheitsbildern aufdecken zu können. Aus einem quantitativen und qualitativen Vergleich einzelner Talgbestandteile von Hautgesunden und Hautkranken lassen sich unter Umständen wertvolle Erkenntnisse für die Diagnostik und Therapie der Hautkrankheiten ableiten.

6. ZUSAMMENFASSUNG

a) Aus der behaarten Hinterkopfhaut wurden postmortal unter Anwendung der von KELLUM (1966) beschriebenen epidermalen-dermalen Trennung insgesamt 10.000 Talgdrüsen isoliert. Das Ausgangsmaterial lieferten 40 verschiedene männliche und weibliche Individuen im Alter von 20 - 86 Jahren. Im Gegensatz zu vorausgegangenen Analysen des Hautoberflächenfettes beziehen sich die vorliegenden Ergebnisse auf reines Talgdrüsenmaterial.

b) Mittels Kombination von Säulen-, Dünnschicht- und Gaschromatographie ließen sich folgende Bestandteile qualitativ nachweisen:
Freie Fettsäuren, Triglyceride, Wachsester, Phospholipoide - vorwiegend Kephaline -, Squalen und freies Cholesterin.

c) Freie und gebundene Fettsäuren wurden gaschromatographisch getrennt und ihre einzelnen Komponenten von C_{12} bis C_{22} qualitativ und quantitativ erfaßt:
Freie Fettsäuren, Triglyceride und Wachsester wiesen innerhalb des untersuchten Bereiches geradzahlige und ungeradzahlige, gesättigte und ungesättigte, unverzweigte, iso- und anteiso - Fettsäuren auf. Bei allen drei Gruppen lagen die Maxima der identifizierten Einzelkomponenten bei C_{14}, C_{16} und C_{18}. Als Höchstwerte einzelner Komponenten ergaben sich für

Freie Fettsäuren	4,0 µg / 1000 Talgdrüsen,
Wachsester	16,3 µg / 1000 Talgdrüsen,
Triglyceride	196,3 µg / 1000 Talgdrüsen.

Freie Fettsäuren und Triglyceride zeigten eine ähnliche Verteilung ihrer Einzelkomponenten. Palmitin-(C_{16}) und Ölsäure ($C_{18:1}$) bildeten den weitaus größten Anteil; C_{20} und C_{22} ließen sich in Spuren, oder gar nicht nachweisen. Im Vergleich zu den freien Fettsäuren war die Gesamtmenge der gebundenen Fettsäuren pro Einzelprobe - unter Zugrundelegung der Mittelwerte - etwa um den Faktor 20 höher.

Bei den Wachsestern war der Anteil an langkettigen, verzweigten und ungesättigten Fettsäuren wesentlich größer; die C_{18} - Fettsäuren bildeten 30 - 50 %, C_{20} und C_{22} gemeinsam etwa 20 % der Gesamtmenge je Probe. Als charakteristisch für die Gruppe der Wachsester erwies sich die dreifach ungesättigte Linolensäure ($C_{18:3}$) mit Mengenangaben zwischen 4, 0 und 10, 7 µg / 1000 Talgdrüsen.

Für die freundliche Überlassung des Themas meiner Dissertation und die mir bei der Abfassung der Arbeit gewährte Unterstützung danke ich Herrn Privatdozent Dr. med. F. Schröpl.

Für die Übernahme des Korreferates danke ich Herrn Professor Dr. med. H. Röckl, Direktor der Universitätshautklinik.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. rer. nat. G. Peter, Leiter der biochemischen Abteilung der Hautklinik, für seine Beratung und Unterstützung bei der Durchführung und Fertigstellung der Arbeit.

7. LITERATURVERZEICHNIS

BEY, K.: Die Analyse von Hautfetten aus getragener Wäsche. Fette, Seifen, Anstrichmittel 65, 611-618 (1963)

BLOOM, R. E., S. WOODS and N. NICOLAIDES: Hair fat composition in early male pattern alopecia. J. Invest. Derm. 24, 97-101 (1955)

BOUGHTON, B., R. B. M. MACKENNA, V. R. WHEATLEY and A. WORMALL: Studies of Sebum. 8. Observations on the squalene and cholesterol content of sebum and the possible function of squalene in human sebum. Biochem. J. 66, 32-38 (1957)

BOUGHTON, B., R. B. M. MACKENNA, V. R. WHEATLEY and A. WORMALL: The fatty acid composition of the surface skin fats ("sebum") in acne vulgaris and seborrhoic dermatitis. J. Invest. Derm. 33, 57-64 (1959)

BOUGHTON, B. and V. R. WHEATLEY: Studies of Sebum. 9. Further studies of the composition of the unsaponifiable matter of human forearm "sebum". Biochem. J. 73, 144-148 (1959a)

BOUGHTON, B. and V. R. WHEATLEY: The fatty acid composition of the skin surface fat ("sebum") of normal human subjects. J. Invest. Derm. 33, 49-55 (1959b)

BRAUN-FALCO, O. und M. THIANPRASIT: Über die circumscripte senile Talgdrüsenhyperplasie. Arch. klin. exp. Derm. 221, 207-231 (1965)

CARRIÉ, C.: Untersuchungen über die Lipoide der Hautoberfläche. Arch. Derm. 188, 241-258 (1949)

CERNIKOVA, M. u. J. HORACEK: Chromatographie der Lipide auf Glasfaserpapier. Arch. klin. exp. Derm. 209, 572-577 (1960)

COON, W. M., V. R. WHEATLEY, F. HERRMANN and C. MANDOL: Free fatty acids of the skin surface and barrier zone in normal and abnormal keranization. J. Invest. Derm. 41, 259-264 (1963)

ENGMAN, M. F. and D. J. KOOYMAN: Lipids of the skin surface LXVII. Arch. Derm. Syph. 29, 12-19 (1934)

FORMANEK, I.: Dünnschichtchromatographie von Serum- und Oberhautlipiden. Arch. klin. exp. Derm. 226, 436 (1966)

GERSHBEIM, L. L. and B. K. KROTOSZYNSKI: Fractionation and analysis of components from human sebum. J. Gas Chromatog. 21, 378-380 (1965)

HAAHTI, E.: Major lipid constituents of human skin surface with special reference to gas chromatography methods. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 13, Suppl. 59 (1961)

HAAHTI, E., E. C. HORNING and O. CASTREN: Microanalysis of "sebum" and sebum-like materials by temperature programmed gas chromatography. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 14, 368-372 (1962)

HAAHTI, E. and E. C. HORNING: Isolation and characterization of saturated and unsaturated fatty acids and alcohols of human skin surface lipids. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 15, 73-78 (1963)

HAAHTI, E., T. NIKKARI and O. KOSKINEN: Fatty acid composition of human cerumen (earwax). Scand. J. Clin. Lab. Invest. 12, 249-250 (1960)

HAAHTI, E., T. NIKKARI, A. M. SALMI and A. L. LAAKSONEN: Fatty acids of vernix caseosa. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 13, 70-73 (1961)

HAENSCH, R.: Methodischer Beitrag zur Bestimmung der Hautlipoide. Arch. klin. exp. Derm. 210, 216-219 (1960)

HEITE, H.-J. u. K. H. STRECKHARDT: Die unterschiedliche Beeinflußbarkeit der Talgdrüsengröße durch Prednisolon bei verschiedenen dermatologischen Krankheitsbildern. Arch. klin. exp. Derm. 3, 240-250 (1962)

HERRMANN, F.: Einige biologische und chemische Eigenarten des menschlichen Talges. Proc. 12, Internat. Congr. Derm. 2, 950-953 (1962)

HODGSON-JONES, J. S. R. M. B. MACKENNA an V. R. WHEATLEY: The surface skin fat in seborrhoic dermatitis. Brit. J. Derm. 65, 246-251 (1953)

HORACEK, J. u. V. KOBRLE: Über die chromatographische Feststellung höherer Fettsäuren im Hauttalg. Derm. Wschr. 132, 1053-1057 (1955)

JAMES, A. T. and V. R. WHEATLEY: Studies of Sebum. 6. The determination of the component fatty acids of human forearm sebum by gas-liquid chromatography. Biochem. J. 63, 269-273 (1956)

KAUFMANN, H. P., Z. MAKUS u. C. V. VISWANNATHAN: Die Dünnschichtchromatographie auf dem Fettgebiet. XII. Über die Analyse der Haut- und Haar-Lipoide. Fette, Seifen, Anstrichmittel 65, 605-611 (1963)

KELLUM, R. E.: Isolation of human sebaceous glands. Arch. Derm. 93, 610-612 (1966)

KELLUM, R. E.: Human sebaceous gland lipids. Analysis by Thin-Layer Chromatographie. Arch. Derm. 95, 218-220 (1967a)

KELLUM, R. E.: Short chain fatty acids (below C_{12}) of human skin surface lipids. J. Invest. Derm. 48, 364-370 (1967b)

KIRK, E.: Quantitative determination of the skin lipid secretion in middle-aged and old individuals. J. Gerontol. 3, 251-266 (1948)

KVORNING, S. A.: Investigation into the Pharmacology of the Skin. Fats and of Ointments. IV. Investigations into the composition of the lipids of the skin of normal individuals. Acta. pharmacol. et toxicol. 5, 383-396 (1949)

LINCKE, H.: Beiträge zur Chemie und Biologie des Hautoberflächenfettes. Arch. Derm. Syph. 188, 453-481 (1949)

LINCKE, H.: Beiträge zur Chemie des Haut- und Oberflächenfettes. Arch. Derm. Syph. 194, 436-449 (1952)

LINSER, P.: Über den Hauttalg beim Gesunden und bei einigen Hauterkrankungen. Dtsch. Arch. klin. Med. 80, 211-224 (1904)

LIS, E. W., J. TINOCO and R. OKEY: A micromethod for fractionation of lipids by silicic acid chromatography. Anal. Chem. 2, 100 (1961)

MACKENNA, R. M. B., V. R. WHEATLEY and A. WORMALL: The composition of the surface skin fat ("sebum") from the human forearm. J. Invest. Derm. 15, 33-47 (1950)

MIESCHER, G., H. LINCKE u. RINDERKNECHT: Zur Chemie und Biologie des Talges. Dermatologica (Basel) I. Mitt. 106, 76-86 (1953) II. Mitt. 109, 65-74 (1954)

MONTAGNA, W.: Histology and cytochemistry of human skin. IX. The distribution of non-specific esterases. J. Biophys. Biochem. Cytol. 1, 13-16 (1955)

NASR, A. N.: Histochemical study of lipids in human sebaceous glands. J. Histochem. Cytochem. 13, 498-502 (1965)

O' NEILL, H. J. and L. L. GERSHBEIM: Determination of cholesterol and squalene by gas chromatography. Anal. Chem. 33, 182-185 (1961)

NICOLAIDES, N.: Gas chromatographic analysis of the waxes of human scalp skin surface fat. J. Invest. Derm. 37, 507-510 (1961)

NICOLAIDES, N.: Advances in Biology of Skin 4. XI. Human skin surface lipids - origin, composition and possible function. in: Advances in Biology of Skin, Vol. 4. Pergamon Press. Oxford, London, New York, Paris (1963)

NICOLAIDES, N. and R. C. FOSTER: Esters in human hair fat. J. Am. Oil Chemists Soc. 33, 404-409 (1956)

NICOLAIDES, N., O. K. REISS and R. G. LANGDON: Studies of the in vitro lipid metabolism of the human skin. I. Biosynthesis in scalp skin. J. Am. Chem. Soc. 77, 1535-1538 (1955)

NICOLAIDES, N., and S. ROTHMAN: Studies on the chemical composition of human hair fat. II. The overall composition with regard age, sex, and race. J. Invest. Derm. 21, 9-13 (1953)

NICOLAIDES, N., R. E. KELLUM and P. V. WOOLLEY: The structures of the free unsaturated fatty acids of human skin surface fat. Arch. Biochem. Biophys. 105, 634-639 (1964)

NICOLAIDES, N. and T. RAY: Skin Lipids. III. Fatty chains in skin lipids. The use of vernix caseosa to differentiate between endogenous and exogenous components in human skin surface lipid. J. Am. Oil Chemists Soc. Vol. 42, 702-707 (1965)

NICOLAIDES, N. and G. WELLS: On the biogenesis of the free fatty acids in human surface fat. J. Invest. Derm. 29, 423-433 (1957)

PACHUR, R.: Hauttalg beim Menschen. Derm. Ztschr. 60, 468 (1931)

REINERTSON, R. P. and V. R. WHEATLEY: Studies on the chemical composition of human epidermal lipids. J. Invest. Derm. 32, 49-59 (1959)

RICKETTS, C. R., J. R. SQUIRE and E. TOPLEY: Human skin lipids with particular reference to the self- sterilizing power of the skin. Clin. Sci. 10, 89-111 (1951)

ROTHMAN, S.: Physiology and Biochemistry of the Skin. Composition of the lipid surface film. University of Chicago Press, Chicago, Chapt. 13 (1954)

ROTHMAN, S.: Abnormalities in the chemical composition of the skin surface film in psoriasis. A. M. A. Arch. Derm. Syph. 62, 814-819 (1950)

RUST, S., P. HARTH and F. HERRMANN: Untersuchung der freien Fettsäuren im Hautoberflächenfett von Hautgesunden. Arch. klin. exp. Derm. 231, 300-310 (1968)

SCHMIDT-NIELSON, K., R. SUSKIND and E. TAYLOR: The chemistry of the human sebaceous gland. II. Analysis of human sebacous material from individual orifices. J. Invest. Derm. 17, 281-290 (1951)

STEIGLEDER, G. K. u. U. BLOMEYER: Talgdrüsenartige Strukturen im Comedo. Arch. klin. exp. Derm. 5, 469-475 (1964)

STRAUSS, J.S. and P.E.POCHI: XIV. The hormonal control of human sebaceous glands. in: Advances in Biology of Skin, Vol. 4. Pergamon Press. Oxford, London, New York, Paris (1963)

STÜTTGEN, G. u. K.H.VOGELBERG: Die Lipide der Hautxanthome. Arch.klin.exp.Derm. 222, 43-56 (1965)

SUSKIND, R., C.KEENAN and J.SEBASTIANI: The chemistry of the human sebaceous gland. I. Histochemical observations. J.Invest.Derm. 17, 37-54 (1951)

SUTTON, D.A.: Some investigations with long chain compounds. J.Am.Oil Chemists Soc. 32, 16-22 (1955)

UNNA, P. u. L.GOLODETZ: Die Hautfette. Biochem.Ztschr. 20, 469-502 (1909)

WALTER, E.: Hautfette und ihre Eigenschaften. Fette, Seifen, Anstrichmittel 61, 188-193 (1959)

WEITKAMP, A.W., A.M.SMILJANIC and S.ROTHMAN: The free fatty acids of human hair fat. J.Am.Chem.Soc. 69, 1936-1939 (1947)

WHEATLEY, V.R.: The composition of some sebum-like materials of human origin. Biochem.J. 58, 167-172 (1954)

WHEATLEY, V.R.: Further observations of the nature on dermoid cyst fat. J.Invest.Derm. 29, 445-448 (1957)

WHEATLEY, V.R.: Biochemistry of sebum. J.Soc.Cosmetic Chemists 10, 206-214 (1959)

WHEATLEY, V.R.: IX. Problems in the analysis of sebum. in: Advances in Biology of Skin, Vol. 4. Pergamon Press. Oxford, London, New York, Paris (1963)

ZEHENDER, F.: Über den Gehalt an Triglyceriden im menschlichen Hauttalg. Helv.Chim.Acta 29, 973-979 (1946)

Lebenslauf

Als viertes Kind des Dr. med. habil Otto Lippross und seiner Frau Ilse geb. Unbehagen wurde ich am 21. 12. 1944 in Dresden geboren.
Von 1951 - 1955 besuchte ich die Volksschule in Dortmund und legte 1964 am Käthe-Kollwitz-Gymnasium die Reifeprüfung ab. Nach einjähriger Fachausbildung an einer Hauswirtschaftsoberschule begann ich 1965 das Medizinstudium in Tübingen.
Im März 1966 bestand ich die naturwissenschaftliche, im August 1967 die ärztliche Vorprüfung. Nach zwei klinischen Semestern in Innsbruck setzte ich mein Studium an der Universität Würzburg fort.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Renate Lippross